

#5

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 9月 1日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-265293

出 願 人  
Applicant(s):

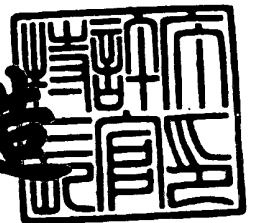
ホーヤ株式会社



2001年 8月10日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3070919

【書類名】 特許願

【整理番号】 99634H

【提出日】 平成12年 9月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C03B 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

【氏名】 澤田 浩之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

【氏名】 後藤 順孝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

【氏名】 宮下 ゆか

【特許出願人】

【識別番号】 000113263

【氏名又は名称】 ホーヤ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092635

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩澤 寿夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100096219

【弁理士】

【氏名又は名称】 今村 正純

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007663

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803325

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガラス光学素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加熱軟化した被成形ガラス素材を、得ようとするガラス光学素子の光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含み、前記成形面の一方は凹面であり、他方は凸面または平面である成形型により加圧成形して、前記被成形ガラス素材に前記成形面を転写する工程（以下、成形工程という）、前記成形型を冷却することにより成形したガラスをこのガラスのガラス転移温度（ $T_g$ ）以下になるように冷却する工程（以下、冷却工程という）、冷却されたガラスを前記成形型から取り出す工程（以下、取り出し工程という）、を含む一方の光学的機能面が凹面であるガラス光学素子の製造方法であって、前記冷却を、成形面が凸面または平面である型の温度  $t_{a2}$  が、成形面が凹面である型の温度  $t_{a1}$  より先に、前記  $T_g$  に達するように行うことを特徴とする前記製造方法。

【請求項 2】 温度  $t_{a2}$  が  $T_g$  に達したときに温度  $t_{a1}$  は、温度  $t_{a2}$  より  $5^{\circ}\text{C}$  以上高い請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】 加熱軟化した被成形ガラス素材を、得ようとするガラス光学素子の光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含み、前記成形面の両方が凹面である成形型により加圧成形して、前記被成形ガラス素材に前記成形面を転写する工程（成形工程）、前記成形型を冷却することにより成形したガラスをこのガラスのガラス転移温度（ $T_g$ ）以下になるように冷却する工程（冷却工程）、冷却されたガラスを前記成形型から取り出す工程（取り出し工程）、を含む両方の光学的機能面が凹面であるガラス光学素子の製造方法であって、前記冷却を、曲率半径が大きい方の成形面を有する型の温度  $t_{b2}$  が、曲率半径が小さい方の成形面を有する型の温度  $t_{b1}$  より先に、前記  $T_g$  に達するように行うことを特徴とする前記製造方法。

【請求項 4】 温度  $t_{b2}$  が  $T_g$  に達したときに温度  $t_{b1}$  は、温度  $t_{b2}$  より  $5^{\circ}\text{C}$  以上高い請求項 3 に記載の製造方法。

【請求項 5】少なくとも前記成形工程終了時において、温度  $t_{a2}$  は温度  $t_{a1}$  より低く、温度  $t_{b2}$  は温度  $t_{b1}$  より低い請求項 1～4 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 6】少なくとも前記成形工程終了時において、温度  $t_{a2}$  は温度  $t_{a1}$  より  $5^{\circ}\text{C}$  以上低く、温度  $t_{b2}$  は温度  $t_{b1}$  より  $5^{\circ}\text{C}$  以上低い請求項 1～4 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 7】前記成形工程の開始から終了時まで、終始、温度  $t_{a2}$  は温度  $t_{a1}$  より低く、温度  $t_{b2}$  は温度  $t_{b1}$  より低い請求項 5 又は 6 に記載の製造方法。

【請求項 8】前記成形工程終了時から冷却工程終了時までの間、温度  $t_{a2}$  と温度  $t_{b2}$  との差、及び温度  $t_{a1}$  と温度  $t_{b1}$  との差はそれぞれ徐々に小さくなる、請求項 1～7 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 9】前記成形工程後、成形工程における加圧に引続き、成形工程における加圧力よりも小さい圧力で 2 次加圧を行う請求項 1～8 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 10】前記ガラス光学素子が、中心肉厚  $a$  と周辺肉厚  $b$  との比  $b/a$  が 1.5 以上である請求項 1～9 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 11】前記ガラス光学素子が、凹メニスカスレンズである請求項 1～10 のいずれか一項に記載の製造方法。

【請求項 12】前記ガラス素材が、ガラスプリフォームを再加熱したものである請求項 1～11 のいずれか一項に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一方または両方の面が凹形状であって、例えば、中心肉厚  $a$  と周辺肉厚  $b$  との比  $b/a$  が 1.5 以上であるレンズを高い面精度で成形するガラス光学素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決すべき課題】

軟化したガラスを製品形状または製品形状に近似する形状を有する成型型を用

いて加圧プレスして、研削や研磨をすることなく直接レンズを製造する方法(精密プレス法)が広く実用化されている。精密プレス法は、デジタルカメラやビデオカメラなど、さまざまな光学機器製品の光学系用レンズの製法として利用されている。精密プレス法においては、成形型の成形面をなるべく精密にガラスに転写する必要が有る。

## 【 0 0 0 3 】

しかし、一方または両方の面が凹形状のレンズは、ガラスに成形面を転写しても、ガラスが固化する間にガラスが一方の面の方向に反ってしまったり、いったん形成された転写面が悪化したりするために、十分な面精度が得られないことが有った。中心肉厚  $a$  と周辺肉厚  $b$  との比  $b/a$  が 1.5 以上であるレンズの成形においてはこの傾向が顕著であった。

## 【 0 0 0 4 】

そこで本発明の目的は、一方または両方の面が凹形状であるレンズであっても、高い面精度で成形できるガラス光学素子の製造方法を提供することにある。

## 【 0 0 0 5 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者らの検討の結果、レンズ形状のガラス成形品を徐冷する際に、一方の面が凹形状のレンズの場合、凹形状の面の冷却を反対側の面(平面又は凸面)の冷却より遅らせること、又、両方の面が凹形状のレンズの場合、曲率半径が小さい凹形状の面の冷却を反対側の曲率半径が大きい凹形状面の冷却より遅らせることで、上記課題を解決することを見出して本発明を完成した。

## 【 0 0 0 6 】

即ち、本発明は、加熱軟化した被成形ガラス素材を、得ようとするガラス光学子の光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含み、前記成形面の一方は凹面であり、他方は凸面または平面である成形型により加圧成形して、前記被成形ガラス素材に前記成形面を転写する工程(成形工程)、前記成形型を冷却することにより成形したガラスをこのガラスのガラス転移温度( $T_g$ )以下になるように冷却する工程(冷却工程)、冷却されたガラスを前記成形型から取り出す工程(取り出し工程)、を含む一方

の光学的機能面が凹面であるガラス光学素子の製造方法であって、前記冷却を、成形面が凸面または平面である型の温度  $t_{a2}$  が、成形面が凹面である型の温度  $t_{a1}$  より先に、前記  $T_g$  に達するように行うことを特徴とする前記製造方法（第1の製造方法）に関する。

## 【0007】

さらに本発明は、加熱軟化した被成形ガラス素材を、得ようとするガラス光学素子の光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含み、前記成形面の両方が凹面である成型型により加圧成形して、前記被成形ガラス素材に前記成形面を転写する工程（以下、成形工程という）、前記成型型を冷却することにより成形したガラスをこのガラスのガラス転移温度 ( $T_g$ ) 以下になるように冷却する工程（以下、冷却工程という）、冷却されたガラスを前記成型型から取り出す工程（以下、取り出し工程という）、を含む両方の光学的機能面が凹面であるガラス光学素子の製造方法であって、前記冷却を、曲率半径が大きい方の成形面を有する型の温度  $t_{b2}$  が、曲率半径が小さい方の成形面を有する型の温度  $t_{b1}$  より先に、前記  $T_g$  に達するように行うことを特徴とする前記製造方法（第2の製造方法）に関する。

## 【0008】

## 【発明の実施の形態】

以下本発明を詳細に説明する。

本発明の製造方法において製造の対象となるガラス光学素子は、例えば、一方または両方の面が凹形状であるレンズであることができる。特に本発明の製造方法は、中心肉厚  $a$  と周辺肉厚  $b$  との比  $b/a$  が1.5以上であるレンズの製造方法に適している。

そのようなレンズの例を図1に示す。図1の(A)に示すレンズ10は、一方の面  $S_2$  が凹形状であり、他方の面  $S_1$  は平面である。又、(B)に示すレンズ11は、一方の面  $S_2$  が凹形状であり、他方の面  $S_1$  は凸面である。(C)に示すレンズ12は、面  $S_1$  及び面  $S_2$  とともに凹形状である。但し、面  $S_1$  の凹形状の曲率半径  $R$  が、面  $S_2$  の凹形状の曲率半径  $R$  より大きい。さらに、(A)～(C)のいずれのレンズも、中心肉厚  $a$  と周辺肉厚  $b$  との比  $b/a$  が1.5以上で

あることができる。

【0009】

尚、本発明の製造方法で製造対象とする凹メニスカスレンズ及び両凹レンズは、各種のレンズ系に組み込むために光学機能面(光学的有効領域)を有するものである。光学機能面(光学的有効領域)は、例えば、図2において41として示す凹面であり、実際には、この凹面41の外側に光軸と直交する平面部43が設けられる。

【0010】

一方または両方の面が凹形状であるレンズの場合、加圧プレス後、冷却の過程で歪みが緩和されると、一方の面が凹形状であるレンズの場合は、凹形状の面の曲率半径を小さくする方向に、また、両方の面が凹形状であるレンズの場合は、曲率半径の小さい凹形状の面の曲率半径を小さくする方向に形状変化を起こす。特に、比 $b/a$ が1.5以上であるレンズの場合に、この傾向が顕著である。しかし、比 $b/a$ が1.5未満のレンズの成形においても、同様の傾向はあり、比 $b/a$ が1.5未満のレンズの製造にも、本発明の製造方法は有効である。また、本発明の製造方法は、比 $b/a$ が1.5以上であるレンズに有効であるが、実用されているレンズの比 $b/a$ は、約3.5程度までである。但し、それを超える比 $b/a$ を有するレンズの成形も本発明の製造方法により可能である。

【0011】

本発明の第1の製造方法は、図1の(A)又は(B)に示すように、レンズの一方の面が平面又は凸面である場合が対象である。この場合、冷却工程における冷却を、成形面が凸面または平面である型の温度 $t_{a2}$ が、成形面が凹面である型の温度 $t_{a1}$ より先に、成形対象となっているガラスのガラス転移温度 $T_g$ に達するように行う。好ましくは温度 $t_{a2}$ が $T_g$ に達したときに温度 $t_{a1}$ は、温度 $t_{a2}$ より $5^{\circ}\text{C}$ 以上高くなるように冷却条件を設定する。

【0012】

さらに、少なくとも成形工程終了時において、温度 $t_{a2}$ は温度 $t_{a1}$ より低いことが好ましく、より好ましくは、少なくとも成形工程終了時において、温度 $t_{a2}$ は温度 $t_{a1}$ より $5^{\circ}\text{C}$ 以上低い。即ち、加圧終了時における成形型の温度を、



平面又は凸面（S 1）を成形する型の温度  $t_{a2}$  が、凹面（S 2）を成形する型の温度  $t_{a1}$  より  $5^{\circ}\text{C}$  以上低く（ $t_{a2} - t_{a1} \leq 5^{\circ}\text{C}$ ）なるようにする。

さらに、成形工程の開始から終了時まで、終始、温度  $t_{a2}$  は温度  $t_{a1}$  より低いことが好ましい。

#### 【0013】

また、本発明の第2の製造方法は、図1の（C）に示すような、両方の面が凹形状である場合が対象である。この場合、冷却工程における冷却を、曲率半径が大きい方の成形面を有する型の温度  $t_{b2}$  が、曲率半径が小さい方の成形面を有する型の温度  $t_{b1}$  より先に、前記  $T_g$  に達するように行う。好ましくは、温度  $t_{b2}$  が  $T_g$  に達したときに温度  $t_{b1}$  は、温度  $t_{b2}$  より  $5^{\circ}\text{C}$  以上高くなるように冷却条件を設定する。

#### 【0014】

さらに、少なくとも成形工程終了時において、温度  $t_{b2}$  は温度  $t_{b1}$  より低いことが好ましく、より好ましくは、少なくとも成形工程終了時において、温度  $t_{b2}$  は温度  $t_{b1}$  より  $5^{\circ}\text{C}$  以上低い。即ち、加圧終了時における成形型の温度を、Rの小さい方の凹面（S 1）を成形する型の温度  $t_{b1}$  が、曲率半径 R の大きい方の凹面（S 2）を成形する型の温度  $t_{b2}$  より  $5^{\circ}\text{C}$  以上高く（ $t_{b1} - t_{b2} \geq 5^{\circ}\text{C}$ ）なるようにする。

さらに、成形工程の開始から終了時まで、終始、温度  $t_{b2}$  は温度  $t_{b1}$  より低いことが好ましい。

#### 【0015】

本発明のガラス光学素子の製造方法は、(1)加熱軟化した被成形ガラス素材を、得ようとするガラス光学素子の光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含み、前記成形面の一方は凹面であり、他方は凸面または平面である成形型により加圧成形する（第1の製造方法）か、または、前記成形面の両方が凹面である成形型により加圧成形して（第2の製造方法）、前記被成形ガラス素材に前記成形面を転写する成形工程、(2)前記成形型を冷却することにより成形したガラスをこのガラスのガラス転移温度 ( $T_g$ ) 以下になるように冷却する冷却工程、(3)冷却されたガラスを前記成形型から取り出す取り出し工程を含む。

## 【0016】

ガラス光学素子（例えば、ガラスレンズ）の加圧成形は、ガラス光学素子の光学的機能面を形成するための成形面を有する上型及び下型を含む成形型を用い、加圧成形工程の所定の期間について、上型及び下型の間に所定の温度差を与えることを特徴とするものであり、それ以外の工程及び条件については、公知の方法をそのまま用いることかできる。精密プレス法によるガラスの成形方法は、一般に、ガラスプリフォームまたはガラスゴブ等のガラスレンズ素材をレンズの形状に対応する対向する成形面を有する上型及び下型を有する成形型に供給し、次いで所定の圧力及び時間、加圧成形し、加圧成形開始時、加圧成形途中、または加圧成形終了後に成形型とともに成形品を冷却し、所定の温度にまで冷却後、成形型から成形品を取り出すことからなる。成形型へのガラスレンズ素材の供給時及び加圧成形時のガラスレンズ素材及び成形型の温度条件は、レンズの材質、形状及び寸法等を考慮して適宜決定できる。

## 【0017】

本発明においては、初期加圧終了時において、 $t_1 - t_2 \geq 5^\circ\text{C}$ となるように成形型の温度を調整する。 $t_1$ 及び $t_2$ を有する成形型は、それぞれ上型及び下型のいずれであってもよい。但し、成形の容易さやガラス素材のセンタリングの容易さ等を考慮すると、一方の面が平面又は凸面であるレンズを成形する場合は、平面又は凸面（S1）を成形する型が下型であり、凹面（S2）を成形する型が上型であることが適当である。また、両方の面が凹形状であるレンズを成形する場合は、曲率半径Rの大きい方の凹面（S1）を成形する型が下型であり、曲率半径Rの小さい方の凹面（S2）を成形する型が上型であることが適当である。

## 【0018】

2つの型（上型、下型）の温度差（ $t_1 - t_2$ ）を $5^\circ\text{C}$ とするのは、少なくとも初期加圧終了時においてである。ここで、初期加圧とは、ガラスレンズ素材を成形型の成形面に対応した形状に成形のための加圧を意味する。本発明の製造方法では、初期加圧後に成形品に圧力（例えば、上型自重）をさらに加えることもできるが、初期加圧後に成形品に圧力を加えないで冷却することもできる。但し、

ガラスを離型するまで成形品に圧力を加え続けることが好ましい。

## 【0019】

2つの型(上型、下型)の温度差( $t_1 - t_2 \geq 5^\circ\text{C}$ )は、例えば、成形のための加圧開始時からつけておくことができる。具体的には、上型と下型とを異なる加熱条件下で加熱する。この状態を図3(A)に示す。図中、(1)は加圧成形開始、(2)は初期加圧終了の時点である。図3(A)では、加圧成形開始時(1)においてすでに、( $t_1 - t_2 \geq 5^\circ\text{C}$ )を満足する。また、成形のための加圧開始時には( $t_1 - t_2 \geq 5^\circ\text{C}$ )を満足しないが、成形のための加圧中に( $t_1 - t_2 \geq 5^\circ\text{C}$ )となるように成形型を温度制御することもできる。この場合、例えば、 $t_2$ を有する成形型を積極的に冷却することで、成形のための加圧中に( $t_1 - t_2 \geq 5^\circ\text{C}$ )とすることができる。この状態を図3(B)に示す。この図中でも、(1)は加圧成形開始、(2)は初期加圧終了の時点である。図3(B)では、加圧成形開始(1)の時点では $t_1 - t_2 < 5^\circ\text{C}$ であるが、 $t_2$ を有する成形型を積極的に冷却することで初期加圧終了の時点(2)において、( $t_1 - t_2 \geq 5^\circ\text{C}$ )を満足している。図3(B)においては、(1)の時点では $t_1 = t_2$ であり、初期加圧終了の時点(2)において( $t_1 - t_2 \geq 5^\circ\text{C}$ )を満足するように調整することもできる。

## 【0020】

2つの型(上型及び下型)の温度差( $t_1 - t_2$ )が、少なくとも初期加圧終了時において $5^\circ\text{C}$ 以上であれば、歪みの少ない良好な面精度を有するガラス光学素子(例えば、レンズ)を得ることができる。少なくとも初期加圧終了時における2つの成形型の温度差( $t_1 - t_2$ )は、好ましくは $10 \sim 20^\circ\text{C}$ の範囲である。

## 【0021】

本発明の方法においては、2つの成形型の温度差( $t_1 - t_2$ )は、平面又は凸面を成形する型または曲率半径Rの大きい方の凹面を成形する型の温度が少なくとも $T_g$ になるまでは $5^\circ\text{C}$ 以上なるように冷却することが、加圧プレス後、冷却工程で生じるガラス収縮の不均一さの低減及び歪みの量の減少をさせるという観点から好ましい。

【 0 0 2 2 】

本発明の製造方法の成形工程における初期加圧は例えば、 $294 \times 10^4 \sim 3432 \times 10^4$  Paで行うことができ、加圧時間は例えば、30～300秒間とすることができる。さらに、冷却工程において、2次加圧することができ（2次加圧することが好ましく）、2次加圧は $196 \times 10^4 \sim 2450 \times 10^4$  Paで行うことができ、加圧時間は例えば、30～300秒間とすることができる。2次加圧は、初期加圧に引続き行うことが好ましく、ガラスの温度がガラスの $T_g$ より50℃程度低い温度になるまで行うことが好ましい。さらに、本発明の製造方法では、2次加圧後、成形型から成形したガラスを取り出すまでの間、最終加圧をすることができ、最終加圧は、 $0.0098 \times 10^4 \sim 4.9 \times 10^4$  Paで行うことができる。

【 0 0 2 3 】

【実施例】

以下本発明を実施例により詳細に説明する。

以下の実施例1～3及び比較例1～2では、図4に示す成形装置を用いた。図4に示す成形装置は、函体21aによって密閉された加熱成形室21内に、上型22と下型23が配置され、この上型22と下型23は、それぞれ断熱ベース29、30を介して上部固定軸24と下部可動軸25の先端に固定されている。下部可動軸25は図示していない加圧シリンダに連結され、加圧時に上昇駆動される。

各実施例及び比較例ともに、初期加圧を $588 \times 10^4$  Paで2分間、2次加圧を $294 \times 10^4$  Paで3分間行った。

また、断熱ベース29及び30は、上型22及び下型23を独立に冷却するための、冷却用ガスの吹き出し口31及び32をそれぞれ有する。ガスの供給は上下独立にコントロールすることが出来、上型22と下型23の冷却スピードを変えることが出来る。冷却用のガスは、不活性ガスである。

【 0 0 2 4 】

実施例1

図5に示す形状の一方が凹面（曲率半径 $R = 4 \text{ mm}$ ）であり、他方が凸面（曲率半径 $R = 50 \text{ mm}$ ）のガラスレンズ（比 $b/a = 2.9$ 、凹メニスカスレンズ

）を製造した。凹面を上型で形成し、凸面を下型で成形した。ガラス素材としてはNbFD13 ( $T_g = 535^\circ\text{C}$ 、 $T_s = 570^\circ\text{C}$ )を用いた。成形の条件は表1に示す。

上型（凹面）の温度、下型（凸面）の温度、及び加圧圧力の各経時変化を図8に示す。加圧成形開始時の上型（凹面）の温度( $ta_1$ )は $610^\circ\text{C}$ であり、下型（凸面）の温度( $ta_2$ )は $590^\circ\text{C}$ であり、両者の温度差は $20^\circ\text{C}$ であった。加圧成形中、この温度は維持され、初期加圧終了時の上型（凹面）の温度( $ta_1$ )も $610^\circ\text{C}$ であり、下型（凸面）の温度( $ta_2$ )も $590^\circ\text{C}$ であり、両者の温度差は $20^\circ\text{C}$ であった。さらに、冷却が進み、下型（凸面）の温度( $ta_2$ )がガラス素材の $T_g = 535^\circ\text{C}$ に達したときの上型（凹面）の温度( $ta_1$ )は $525^\circ\text{C}$ であり、両者の温度差は $10^\circ\text{C}$ であった。さらに、2次加圧終了時の下型（凸面）の温度( $ta_2$ )と上型（凹面）( $ta_1$ )の温度差は $4^\circ\text{C}$ であった。

【0025】

#### 実施例2

図6に示す形状の一方が凹面（曲率半径 $R = 17\text{ mm}$ ）であり、他方が凸面（曲率半径 $R = 23\text{ mm}$ ）のガラスレンズ（比 $b/a = 2.5$ 、凹メニスカスレンズ）を製造した。凹面を上型で形成し、凸面を下型で成形した。ガラス素材としてはLaC13 ( $T_g = 520^\circ\text{C}$ 、 $T_s = 560^\circ\text{C}$ )を用いた。成形の条件は表1に示す。

上型（凹面）の温度、下型（凸面）の温度、及び加圧圧力の各経時変化を図9に示す。加圧成形開始時の上型（凹面）の温度( $ta_1$ )は $600^\circ\text{C}$ であり、下型（凸面）の温度( $ta_2$ )は $580^\circ\text{C}$ であり、両者の温度差は $20^\circ\text{C}$ であった。加圧成形中、上型（凹面）の温度を徐々に低くし、初期加圧終了時の上型（凹面）の温度( $ta_1$ )は $590^\circ\text{C}$ であり、下型（凸面）の温度( $ta_2$ )は $580^\circ\text{C}$ であり、両者の温度差は $10^\circ\text{C}$ であった。さらに、冷却が進み、下型（凸面）の温度( $ta_2$ )がガラス素材の $T_g = 520^\circ\text{C}$ に達したときの上型（凹面）の温度( $ta_1$ )は $512^\circ\text{C}$ であり、両者の温度差は $8^\circ\text{C}$ であった。さらに、2次加圧終了時の下型（凸面）の温度( $ta_2$ )と上型（凹面）( $ta_1$ )の温度差は $1^\circ\text{C}$ であった。

【0026】

## 実施例 3

図 7 に示す形状の一方が凹面（曲率半径  $R = 38 \text{ mm}$ ）であり、他方が凹面（曲率半径  $R = 180 \text{ mm}$ ）のガラスレンズ（比  $b/a = 3.0$ 、両凹レンズ）を製造した。R の小さい凹面を上型で形成し、R の大きい凹面を下型で形成した。ガラス素材としては  $\text{LaC13}$ （ $T_g = 520^\circ\text{C}$ 、 $T_s = 560^\circ\text{C}$ ）を用いた。成形の条件は表 1 に示す。

上型（R の小さい凹面）の温度、下型（R の大きい凹面）の温度、及び加圧圧力の各経時変化を図 10 に示す。加圧成形開始時の上型（R の小さい凹面）の温度 ( $tb1$ ) は  $600^\circ\text{C}$  であり、下型（R の大きい凹面）の温度 ( $tb2$ ) は  $580^\circ\text{C}$  であり、両者の温度差は  $20^\circ\text{C}$  であった。加圧成形中、上型（R の小さい凹面）の温度 ( $tb1$ ) を徐々に低くし、初期加圧終了時の上型（R の小さい凹面）の温度 ( $tb1$ ) は  $595^\circ\text{C}$  であり、下型（R の大きい凹面）の温度 ( $tb2$ ) は  $580^\circ\text{C}$  であり、両者の温度差は  $15^\circ\text{C}$  であった。さらに、冷却が進み、下型（R の大きい凹面）の温度 ( $tb2$ ) がガラス素材の  $T_g = 520^\circ\text{C}$  に達したときの上型（R の小さい凹面）の温度 ( $tb1$ ) は  $510^\circ\text{C}$  であり、両者の温度差は  $10^\circ\text{C}$  であった。さらに、2 次加圧終了時の下型（R の大きい凹面）の温度と上型（R の小さい凹面） ( $tb1$ ) の温度差は  $2^\circ\text{C}$  であった。

【0027】

## 比較例 1

表 1 に示すように上型温度を下型温度と同一にした以外は、実施例 1 と同様にしてガラスレンズを成形した。上型（凹面）の温度、下型（凸面）の温度、及び加圧圧力の各経時変化を図 11 に示す。加圧成形開始時の上型（凹面）の温度 ( $ta1$ ) は  $600^\circ\text{C}$  であり、下型（凸面）の温度 ( $ta2$ ) も  $600^\circ\text{C}$  であり、両者の温度差は  $0^\circ\text{C}$  であった。加圧成形中もこの温度を維持し、初期加圧終了時の上型（凹面）の温度 ( $ta1$ ) は  $600^\circ\text{C}$  であり、下型（凸面）の温度 ( $ta2$ ) は  $600^\circ\text{C}$  であり、両者の温度差は  $0^\circ\text{C}$  であった。さらに、冷却が進み、下型（凸面）の温度 ( $ta2$ ) がガラス素材の  $T_g = 535^\circ\text{C}$  に達したときの上型（凹面）の温度 ( $ta1$ ) は  $535^\circ\text{C}$  であり、両者の温度差は  $0^\circ\text{C}$  であった。さらに、2 次加圧終了時の下型（凸面）の温度 ( $ta2$ ) と上型（凹面） ( $ta1$ ) の温度差は  $0^\circ\text{C}$  であった。

【0028】

## 比較例 2

表 1 に示すように上型温度（凹面）を下型温度（凸面）より低くした以外は、実施例 1 と同様にしてガラスレンズを成形した。上型（凹面）の温度、下型（凸面）の温度、及び加圧圧力の各経時変化を図 1 2 に示す。加圧成形開始時の上型（凹面）の温度( $t_{a1}$ )は 595℃であり、下型（凸面）の温度( $t_{a2}$ )は 605℃であり、両者の温度差は -10℃であった。加圧成形中、上型（凹面）の温度( $t_{a1}$ )を徐々に高くし、初期加圧終了時の上型（凹面）の温度( $t_{a1}$ )は 60℃であり、下型（凸面）の温度( $t_{a2}$ )は 605℃であり、両者の温度差は -5℃であった。さらに、冷却が進み、下型（凸面）の温度( $t_{a2}$ )がガラス素材の  $T_g = 535℃$  に達したときの上型（凹面）の温度( $t_{a1}$ )は 537℃であり、両者の温度差は -2℃であった。さらに、2 次加圧終了時の下型（凸面）の温度( $t_{a2}$ )と上型（凹面）( $t_{a1}$ )の温度差は 0℃であった。

【0029】

実施例 1 ～ 3 及び比較例 1 ～ 2 で得られたガラスレンズの面精度を図 1 3 に示す。表 1 中の面精度が良好とは、有効径（光学的有効径領域：干渉縞に写っている約 80% の領域が有効径）の内において干渉縞に「アス、クセ」が認められない物を意味する。

【0030】

【表 1】

温度(℃)	加圧成形開始時点			初期加圧終了時点			Tg における	面精度
	$t_1$	$t_2$	$\Delta t$	$t_1$	$t_2$	$\Delta t$	$\Delta t$	
実施例 1	610	590	20	610	590	20	10℃	良好
実施例 2	600	580	20	590	580	10	8℃	良好
実施例 3	600	580	20	595	580	15	10℃	良好
比較例 1	600	600	0	600	600	0	0℃	不良
比較例 2	595	605	-10	600	605	-5	-2℃	不良

【0031】

表 1 に示すように、初期加圧終了時点において、上型温度（凹面）を下型温度（凸面）より高くする（成形面が凸面または平面である型の温度  $t_{a2}$  が、成形

面が凹面である型の温度  $t_{a1}$  より先に、 $T_g$  に達する) ことにより、一方または両方の面が凹形状であっても、良好な面精度を有するガラス光学素子を得ることができる。

【0032】

【発明の効果】

本発明の成形方法によれば、一方または両方の面が凹形状であって、中心肉厚  $a$  と周辺肉厚  $b$  との比  $b/a$  が 2 以上であるレンズであっても、高い面精度を有するガラスレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の製造方法において製造の対象となるガラス光学素子 (A)、(B) 及び (C) を示す。

【図 2】光学機能面外側の一方の側に光軸と直交する平面部を設けた凹メニスカスレンズの説明図。

【図 3】本発明の製造方法における 2 つの型 (上型、下型) の温度の典型的な経時変化を示す。

【図 4】実施例 1 ～ 3 及び比較例 1 ～ 2 に用いた成形装置の概略図。

【図 5】実施例 1 で製造したガラスレンズの説明図。

【図 6】実施例 2 で製造したガラスレンズの説明図。

【図 7】実施例 3 で製造したガラスレンズの説明図。

【図 8】実施例 1 における上型 (凹面) の温度、下型 (凸面) の温度、及び加圧圧力の各経時変化。

【図 9】実施例 2 における上型 (凹面) の温度、下型 (凸面) の温度、及び加圧圧力の各経時変化。

【図 10】実施例 3 における上型 (凹面) の温度、下型 (凸面) の温度、及び加圧圧力の各経時変化。

【図 11】比較例 1 における上型 (凹面) の温度、下型 (凸面) の温度、及び加圧圧力の各経時変化。

【図 12】比較例 2 における上型 (凹面) の温度、下型 (凸面) の温度、及び加圧圧力の各経時変化。

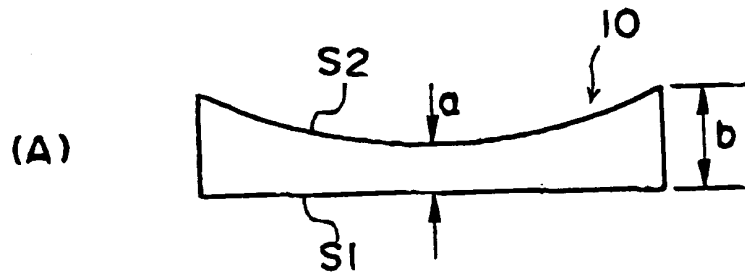


【図 1 3】 実施例 1 ～ 3 及び比較例 1 ～ 2 で得られたガラスレンズの面精度を示す。

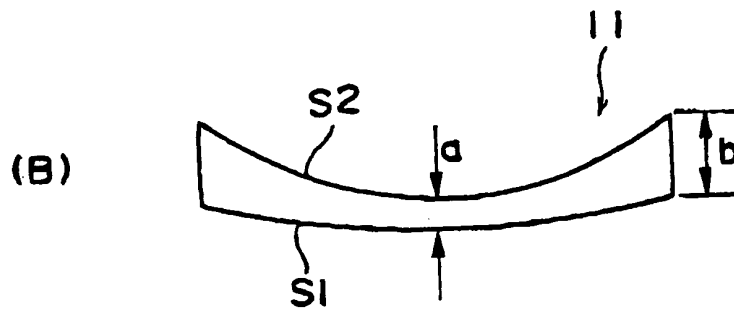
【書類名】

図面

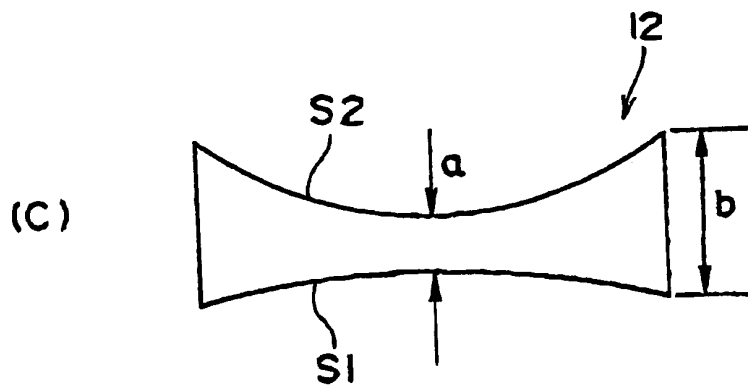
【図 1】



$$b/a \geq 1.5$$

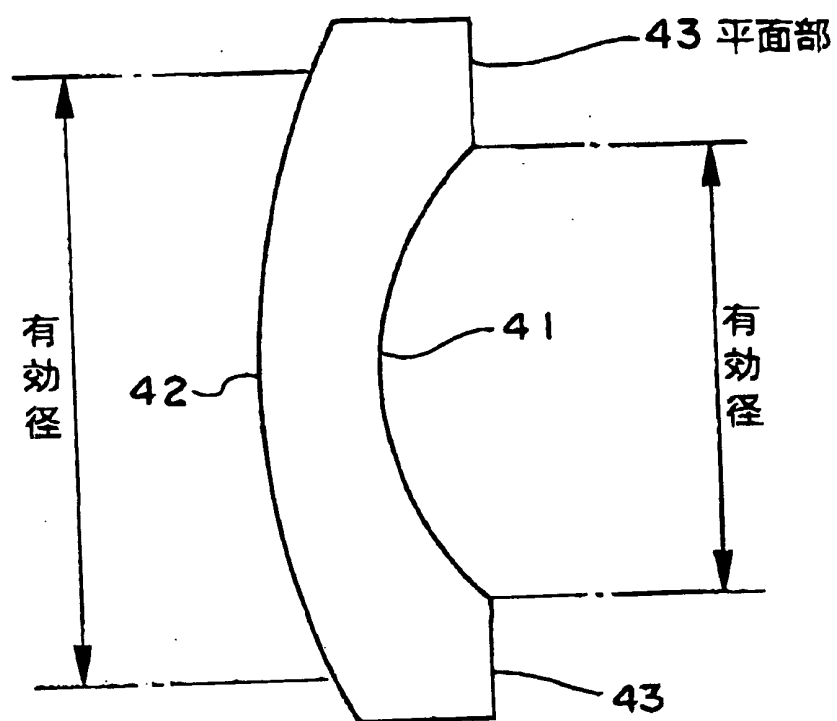


$$b/a \geq 1.5$$

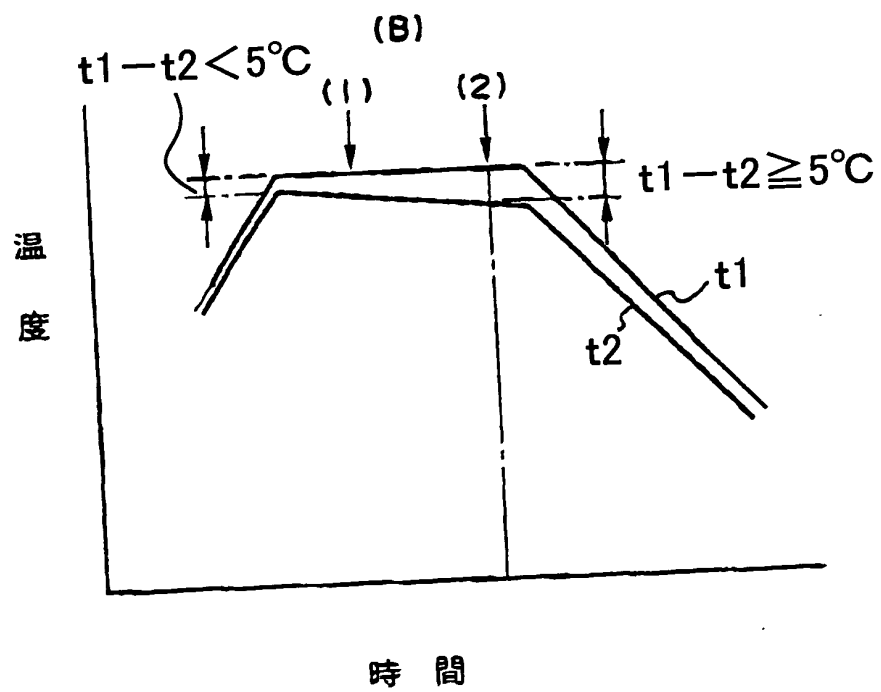
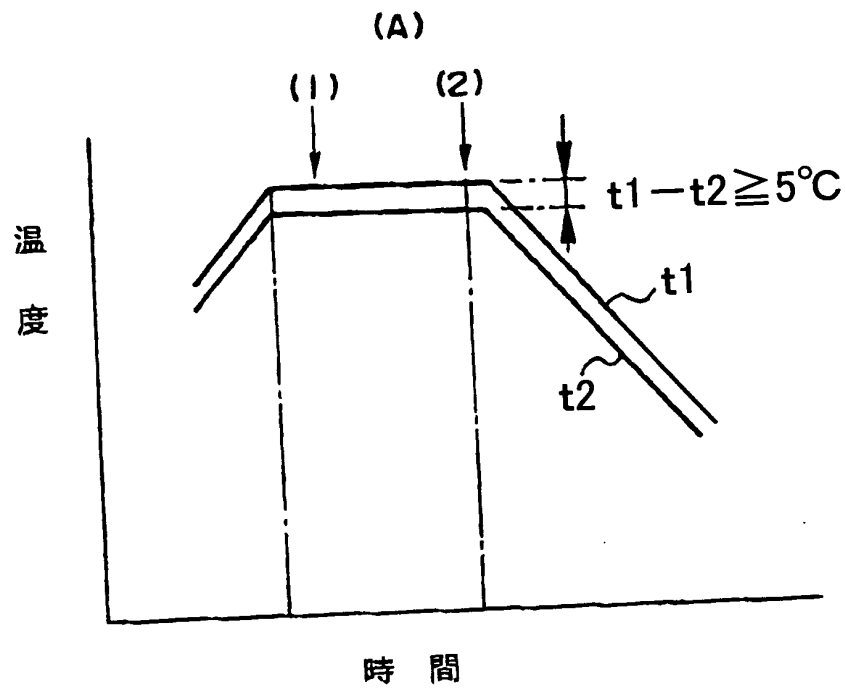


$$b/a \geq 1.5$$

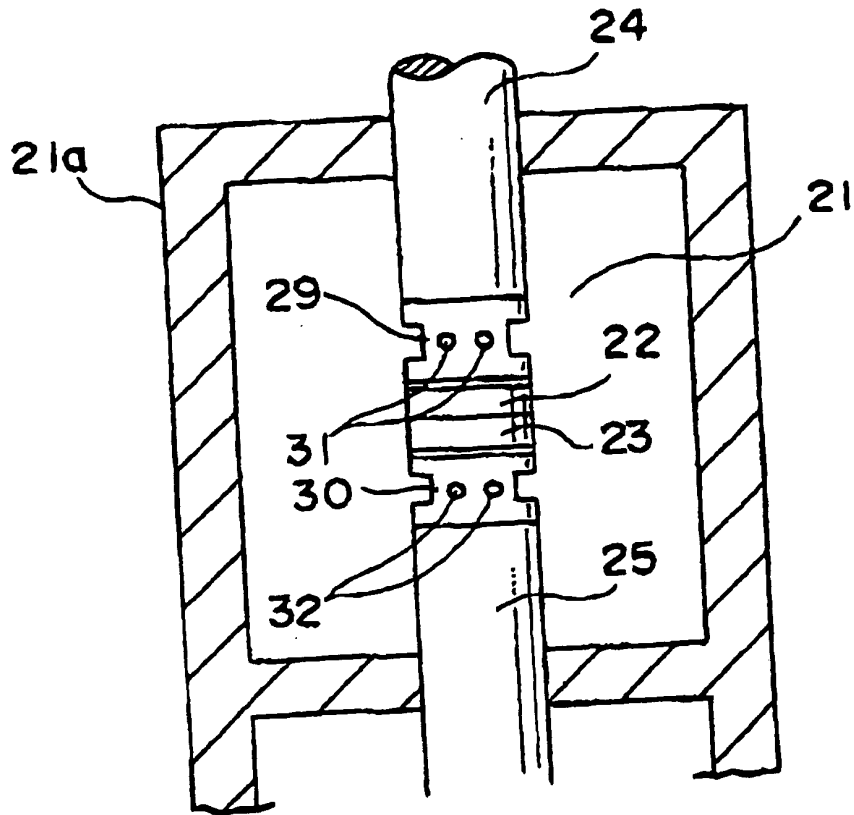
【図2】



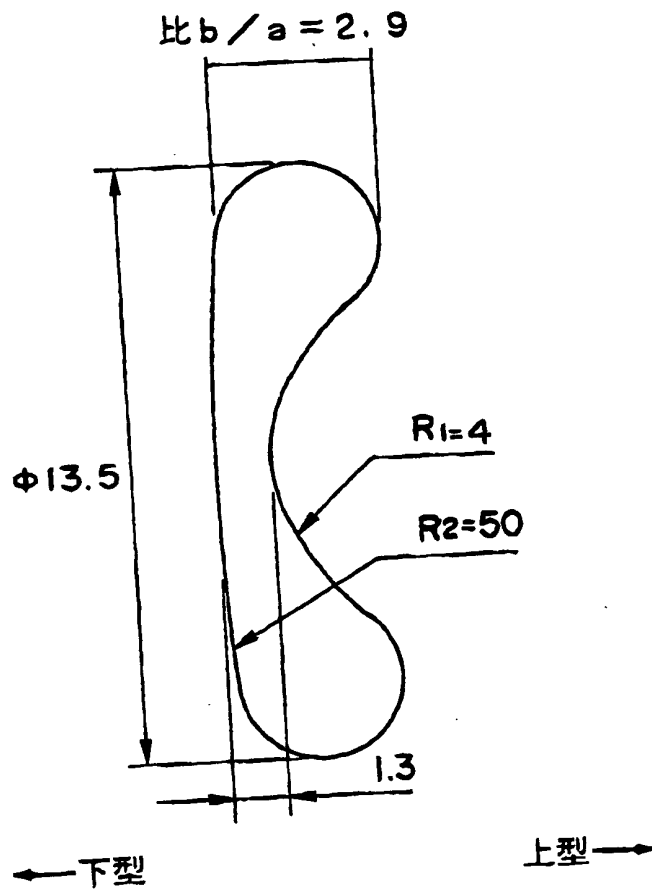
【図3】



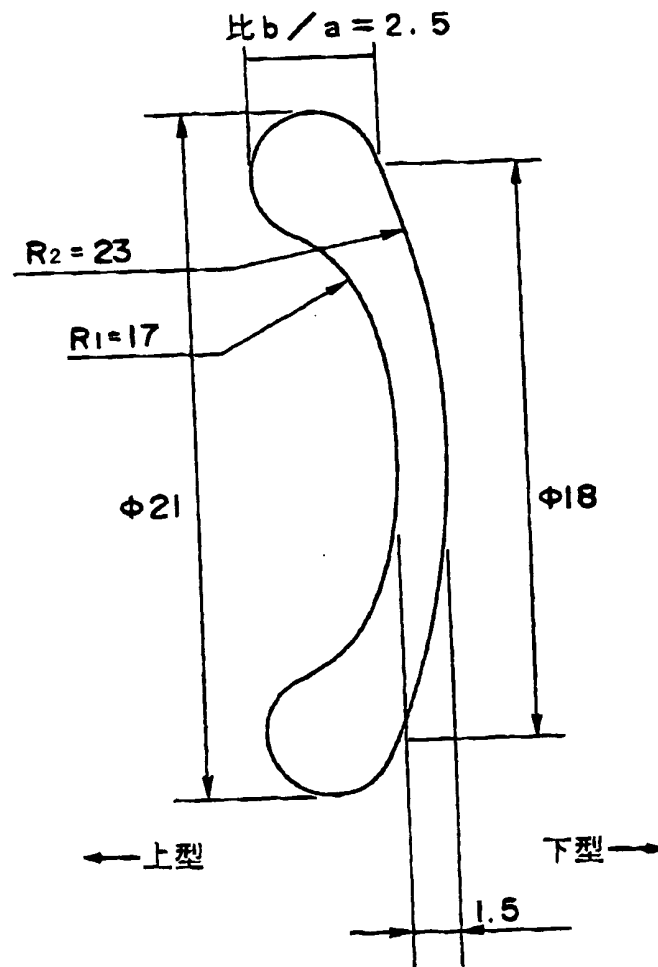
【図4】



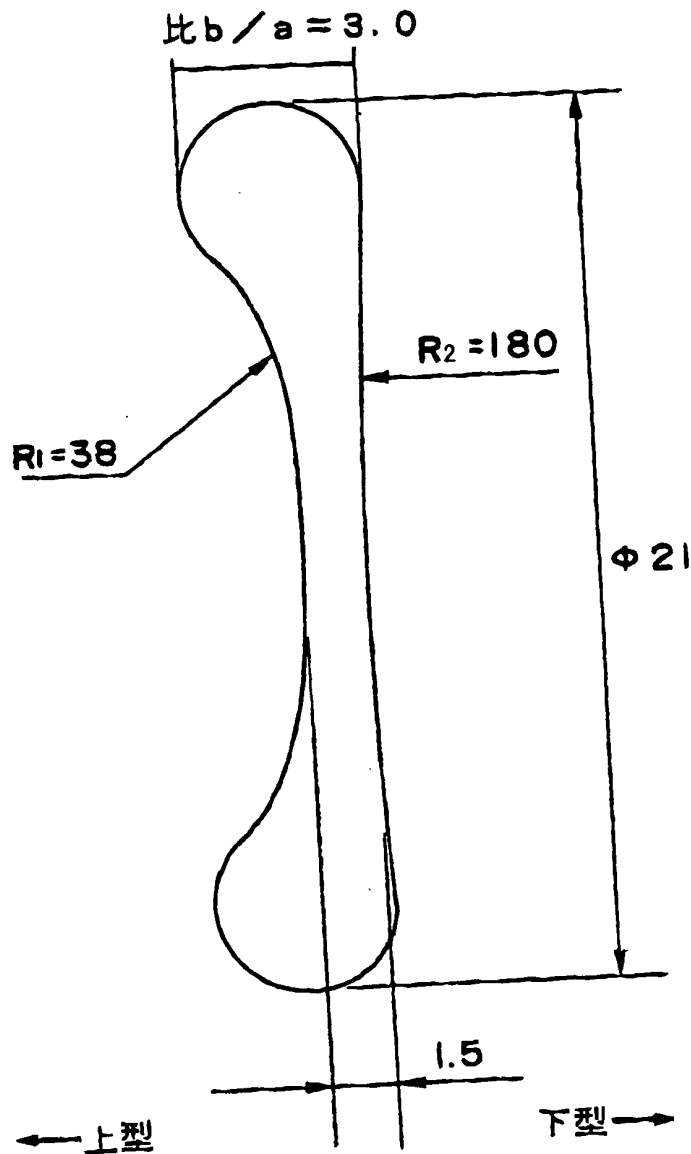
【図5】



【図6】

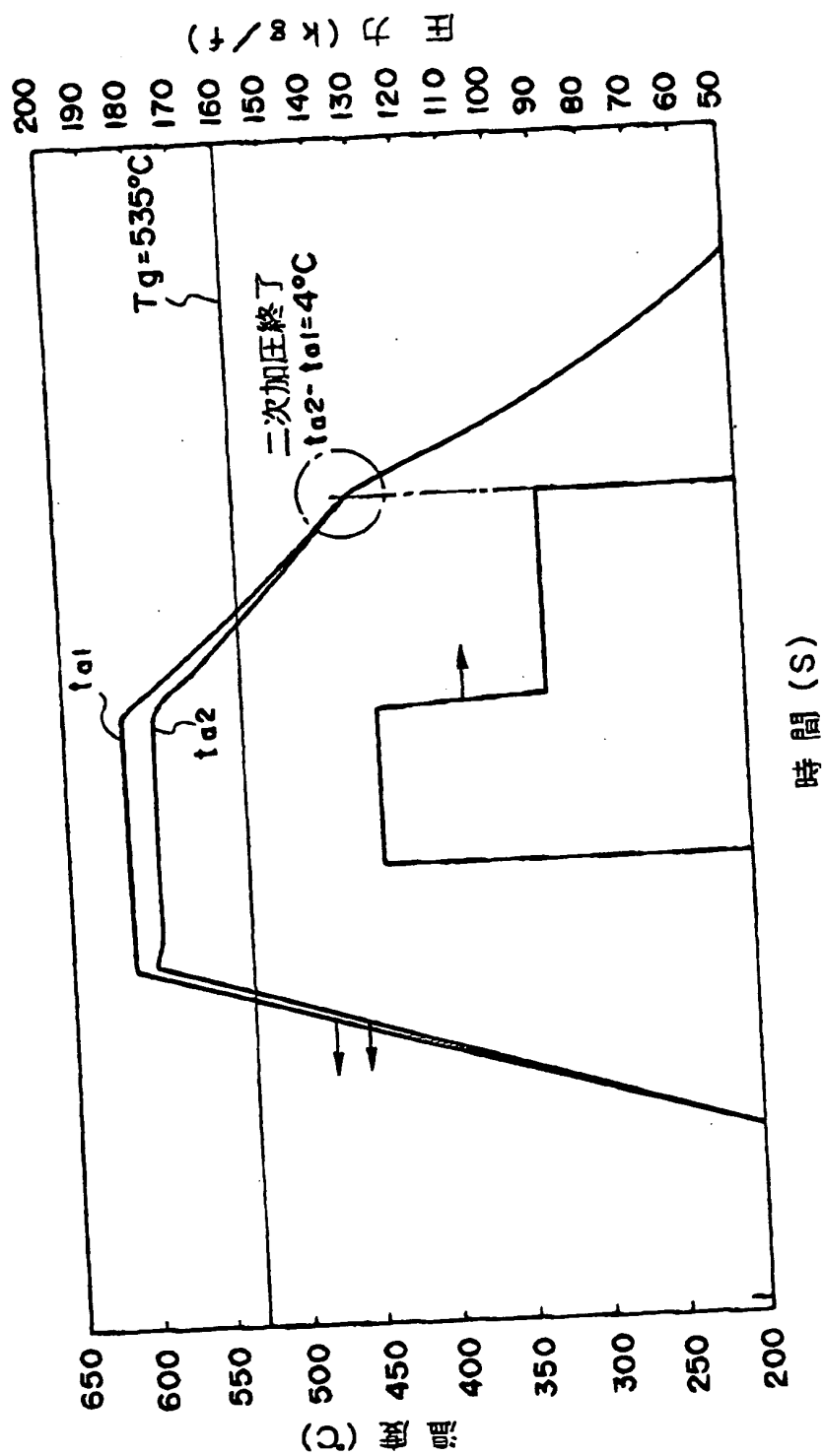


【図7】

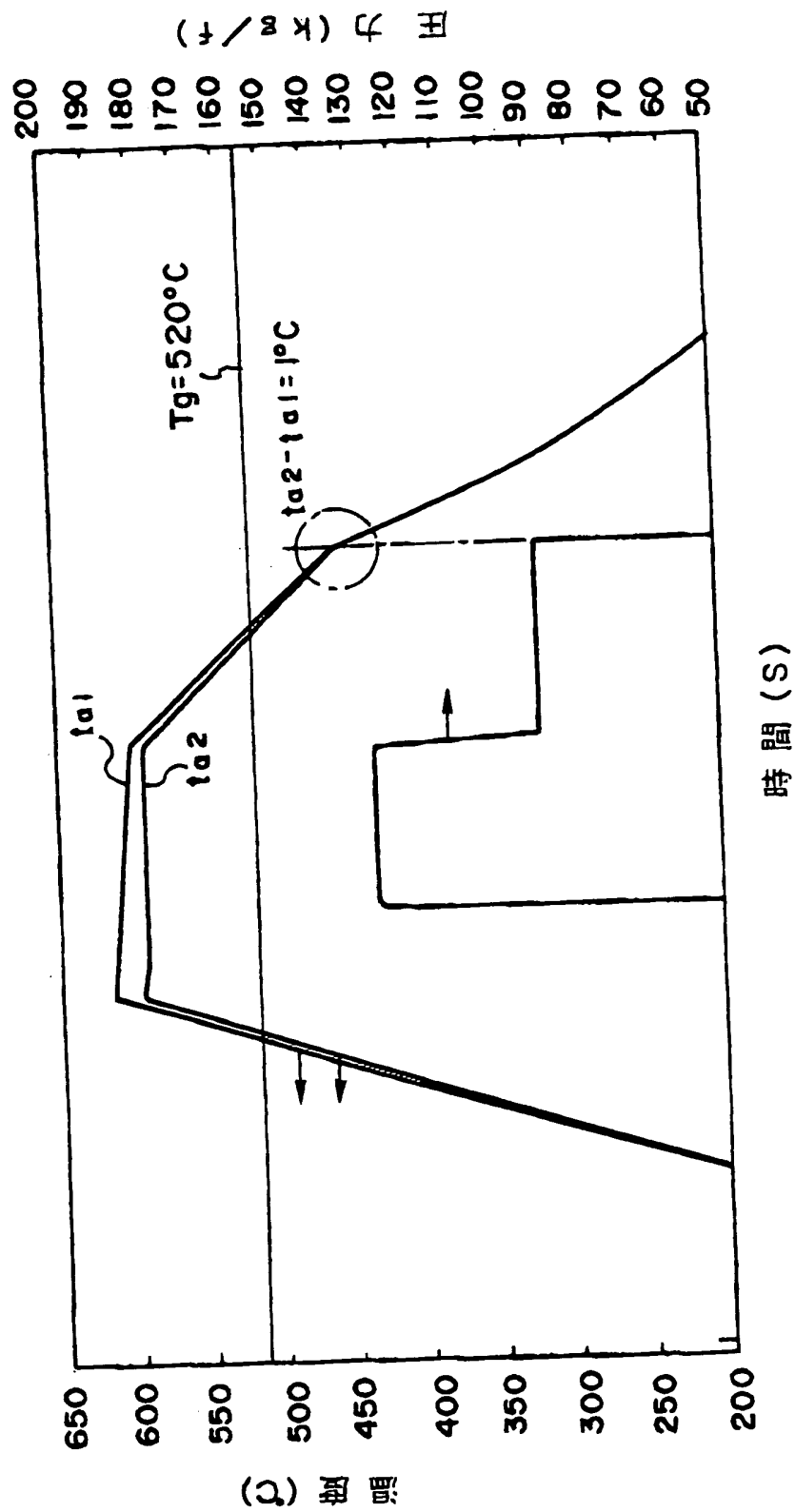




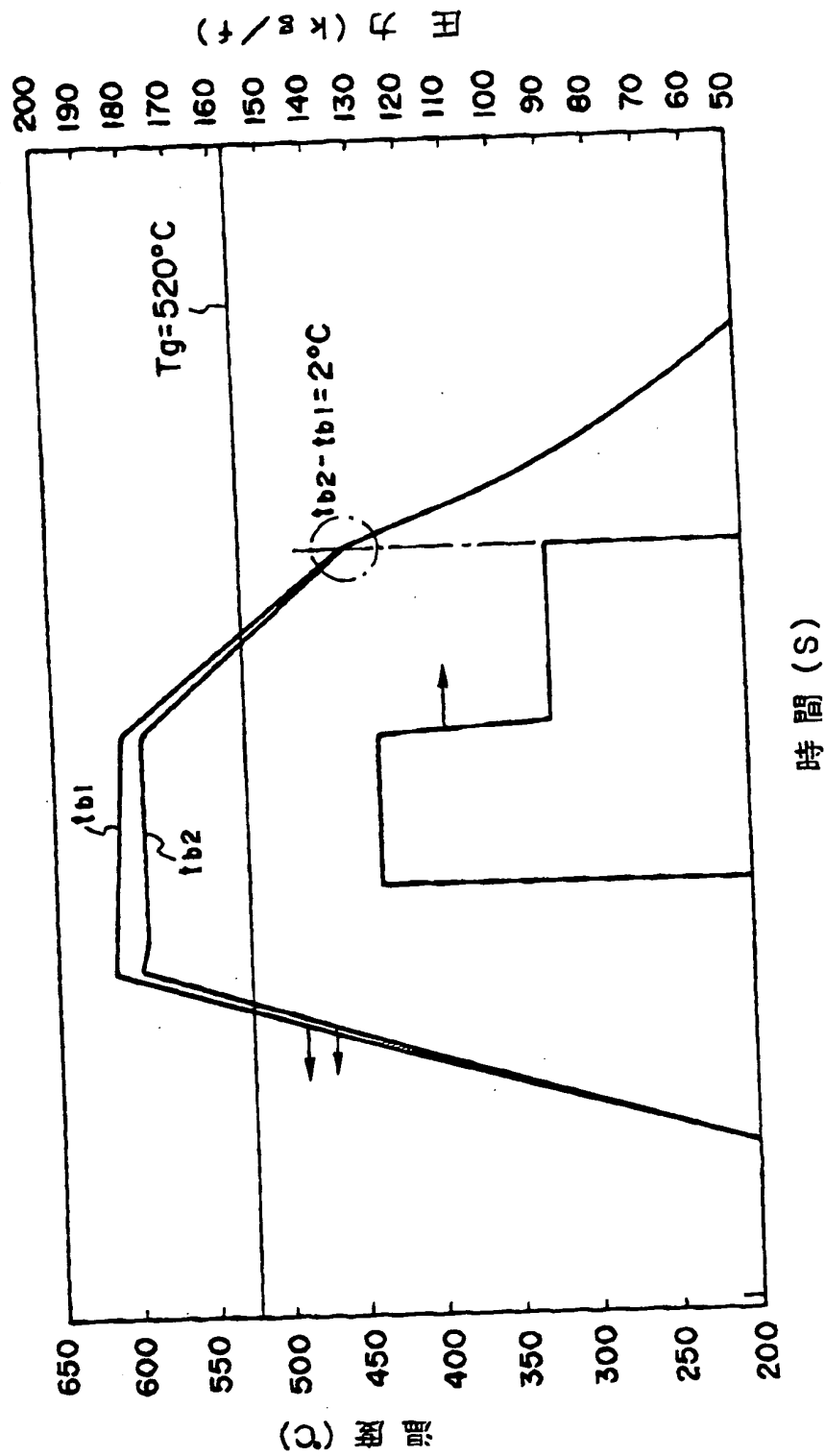
【図 8】



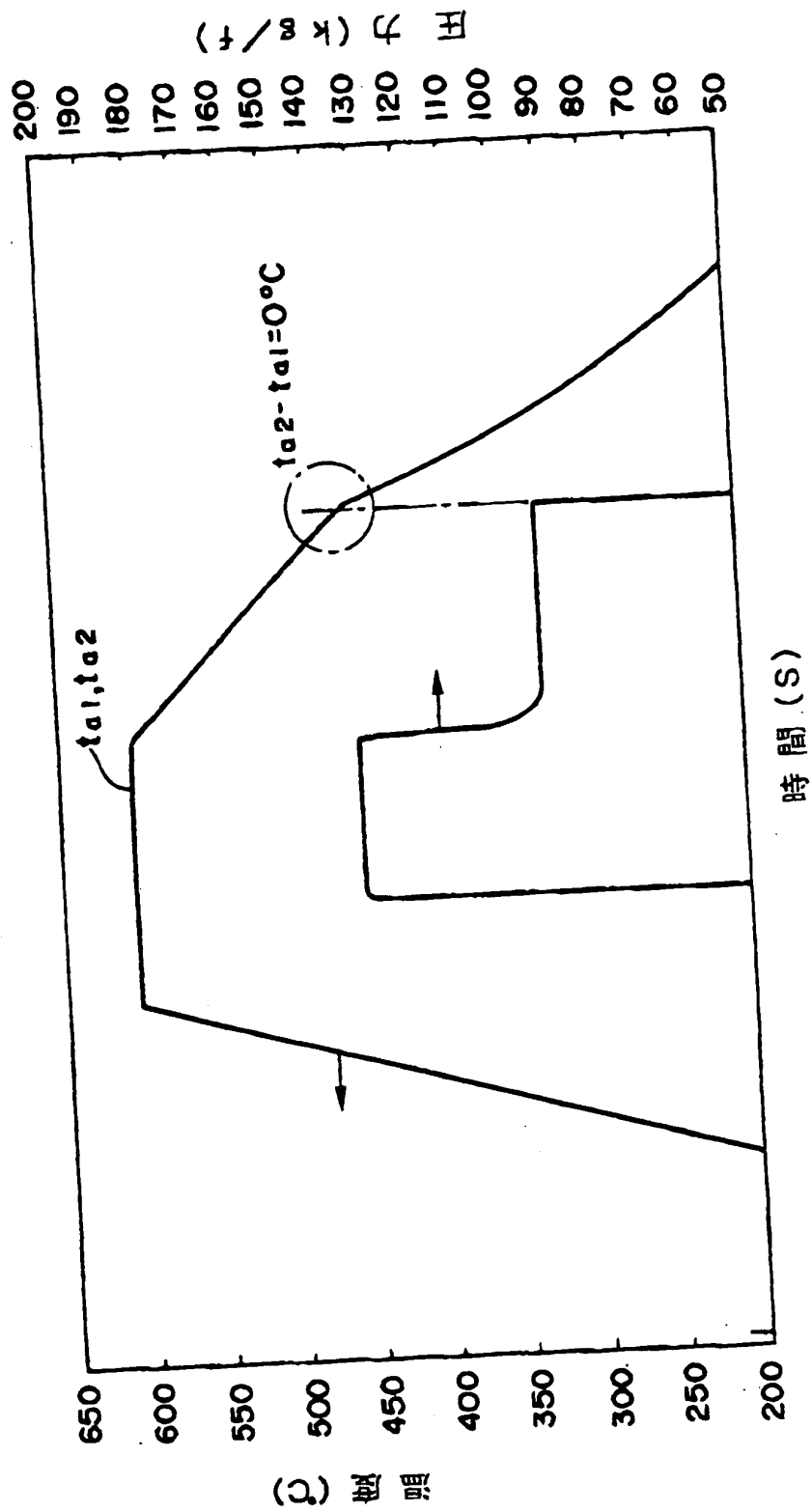
【図9】



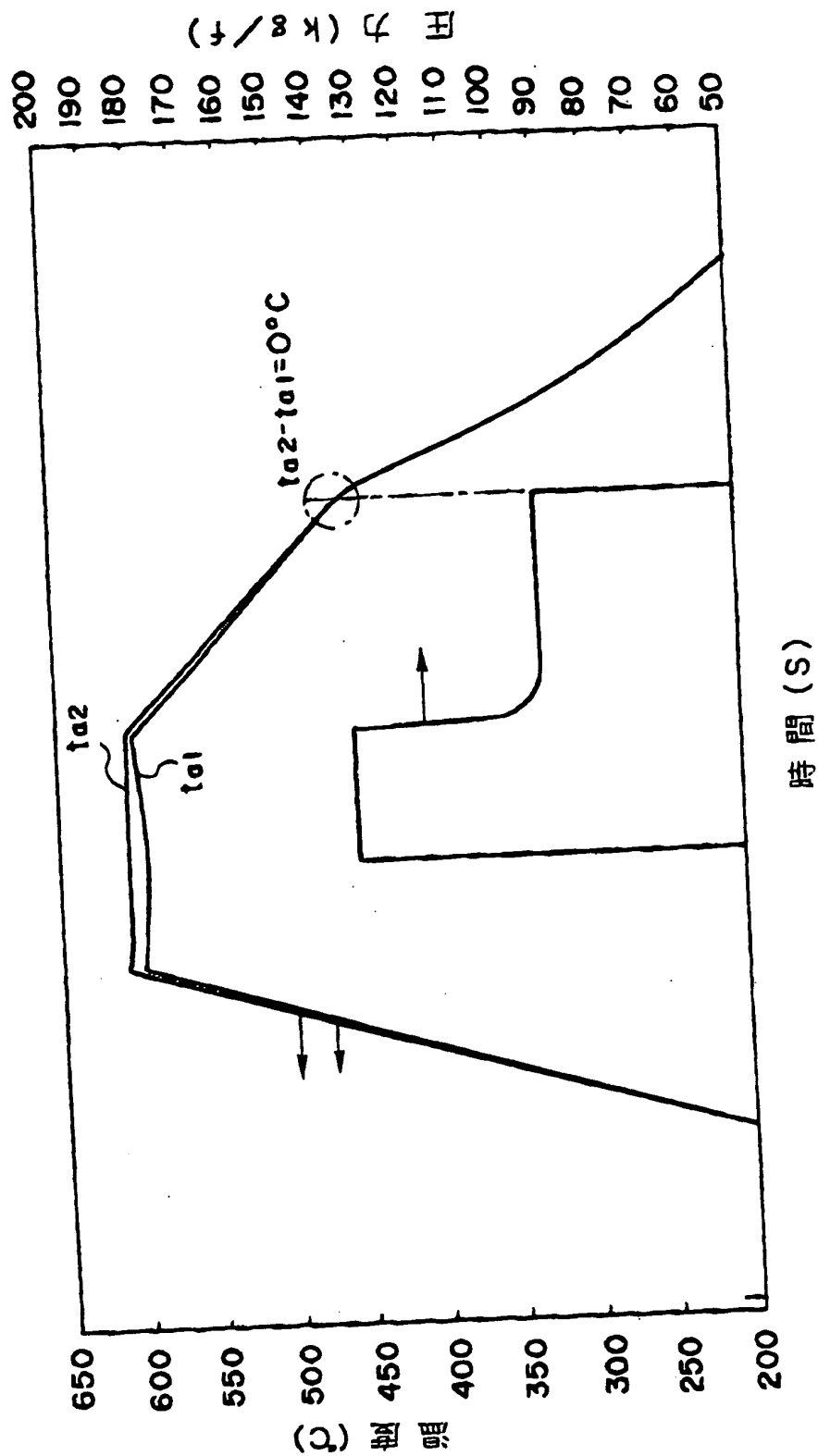
【図10】



【図 11】

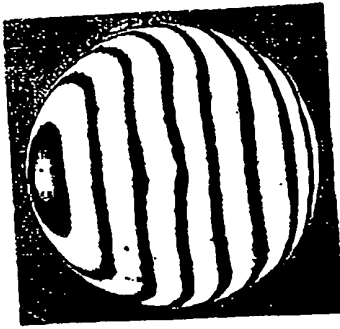


【図12】

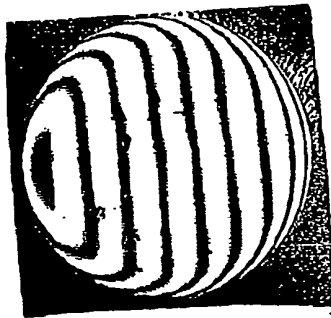


【図13】

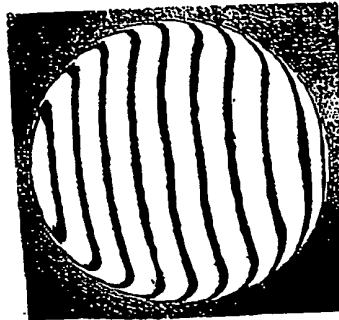
## レンズ面精度



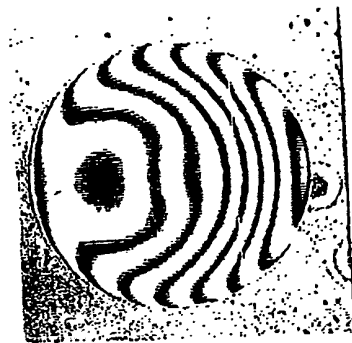
実施例1



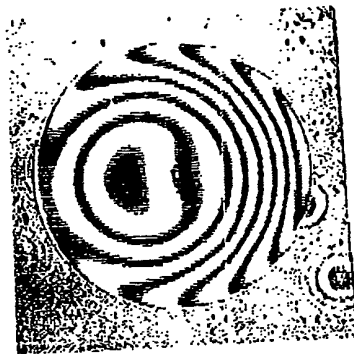
実施例2



実施例3



比較例1



比較例2

【書類名】要約書

【要約】

【課題】一方または両方の面が凹形状であるレンズであっても、高い面精度で成形できるガラス光学素子の製造方法を提供すること。

【解決手段】加熱軟化した被成形ガラス素材を、成形面の一方は凹面であり、他方は凸面または平面である成形型により加圧成形して、前記被成形ガラス素材に前記成形面を転写する工程、前記成形型を冷却することにより成形したガラスをこのガラスのガラス転移温度( $T_g$ )以下になるように冷却する工程、冷却されたガラスを前記成形型から取り出す工程、を含む一方の光学的機能面が凹面であるガラス光学素子の製造方法。前記冷却を、成形面が凸面または平面である型の温度  $t_{a2}$  が、成形面が凹面である型の温度  $t_{a1}$  より先に、前記  $T_g$  に達するように行うか、前記冷却を、曲率半径が大きい方の成形面を有する型の温度  $t_{b2}$  が、曲率半径が小さい方の成形面を有する型の温度  $t_{b1}$  より先に、前記  $T_g$  に達するように行う。

【選択図】図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000113263]

1. 変更年月日	1990年 8月16日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区中落合2丁目7番5号
氏 名	ホーヤ株式会社